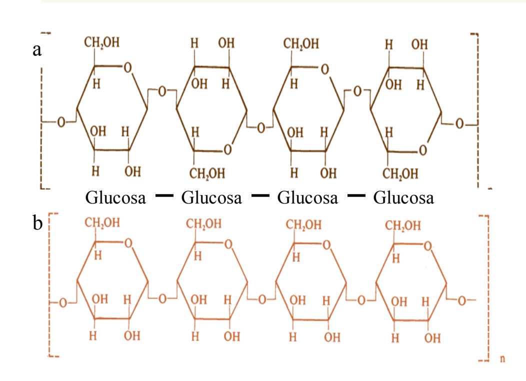
Figura 1. Composición química de la celulosa (a) y almidón (b)



compleja. Este grupo no tienen sabor dulce y muchos de ellos existen en las plantas como reservas de energía o formando parte de su estructura (***fibra***).

B. Disponibilidad de los carbohidratos para el animal

Los carbohidratos (CHO) en las plantas pueden ser estructurales y no estructurales. Los no estructurales, entre los que se encuentran los *azúcares* y *almidones,* son los que no forman parte de la ***fibra***. Estos están relacionados positivamente al valor nutritivo y calidad del forraje, sin embargo, componen menos del 20% de la MS de éste. Los estructurales, *celulosa, hemicelulosa* y *pectina*, le dan forma y rigidez a la planta y componen parte de la fracción conocida como ***fibra*** que abunda en nuestros forrajes tropicales. Estos por tener estructuras más compactas, un mayor número o fortaleza en los enlaces que unen las unidades de azúcares que componen sus cadenas, o por estar asociados a compuestos y minerales como la lignina, cutina y sílice (que dificultan su degradación) son resistentes a las enzimas digestivas de los animales y tienen baja digestibilidad. Como ejemplo podemos comparar la *celulosa* y el *almidón* (Tabla 1). Aunque ambos están formados por unidades de *glucosa* (Figura 1), la *celulosa* por los factores ya mencio-nados tiene una digestibilidad mucho menor que el *almidón*. La *lignina* aunque no se considera un CHO forma parte de la fracción conocida como fibra. Esta inhibe la digestibilidad de los CHO estructurales y afecta negativamente la calidad del forraje.

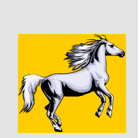
Los forrajes tropicales al ser bajos en CHO no estructurales y altos en los estructurales (componen la ***fibra***) tienen menos energía disponible para el animal que los alimentos con-centrados. Los alimentos concentrados por formularse con un porcentaje alto de cereales o sus subproductos, tienen una gran concentración de CHO no estructurales como el *almidón* (Tabla 2). La cantidad de fibra y de lignina en los tejidos del forraje aumenta con el nivel de madurez de la planta disminuyendo su digestibilidad y por lo tanto, la cantidad de nutrientes disponibles al animal. **De aquí la importancia del buen manejo de los forrajes en la alimentación del ganado.**

Tabla 2. Contenido de carbohidratos en la materia seca de las plantas.

	Yerbas tropicales	Cereales
Azúcares	5%	<1%
Almidón	1-5%	**80%**
Celulosa	**30-40%**	2-5%
Hemicelulosa	**30-40%**	7-15%
Pectina	1-2%	<1%

Para subscribirse escriba a:
Prof. Aixa Rivera
P.O. Box 9030
College Station
Mayagüez, P.R. 00681-9030
o a las oficinas de:
Servicio de Extensión Agrícola
Estación Experimental Agrícola

REDACTORES
Prof. Américo Casas
Dr. Danilo Cianzio
Prof. Aixa Rivera



Interesados en participar en las subastas de ganado de la EEA favor de enviar su nombre y dirección postal a:
Prof. Carmen Alamo
Depto. Economía Agrícola, EEA
Apartado 21360
R.P., Puerto Rico 00928

La Res Informativa
Box 9030, College Station
Mayagüez, Puerto Rico 00681-9030



Trabajo cooperativo de las unidades del Colegio de Ciencias Agrícolas: Facultad de Agricultura, Estación Experimental Agrícola y Servicio de Extensión Agrícola



Box 5000, College Station,
Mayagüez, Puerto Rico 00681
Fax: (787) 265-0860
Tel. (787) 265-3854

La Res Informativa

Grupo de Trabajo en Bovinos para Carne
Departamento de Industria Pecuaria
Colegio de Ciencias Agrícolas
Recinto Universitario de Mayagüez
Universidad de Puerto Rico

marzo 1998 **Volumen 3, Número 1**

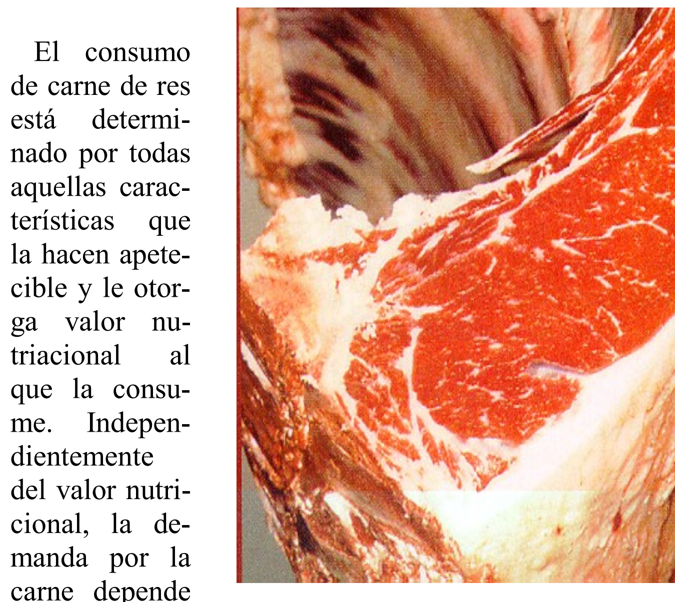
NOTA DEL EDITOR

Las estadísticas del Departamento de Agricultura de Puerto Rico continúan reflejando una merma en el consumo de carne de res. El consumo promedio por persona al año del 1984/93 se estima en 44 lb. Ese mismo promedio disminuyó a 38 lb en los últimos 3 años, 1994/96. La merma en el consumo de 6 lb por persona/año no fue equitativa respecto al origen de la carne. Según los datos de la fuente oficial mencionada, el consumo de la carne de res importada habría disminuído solo 1 lb (13%) mientras que el de la carne local 5 lb (33%). Si estos datos son veraces, lo que indican es doblemente preocupante: merma el consumo de carne de res en general y el consumidor, por alguna razón, prefiere la importada. La negligencia añeja de la industria de carne de res local de relegar al consumidor debe llegar a su fin. ***Es imperativo recuperarlo ofreciéndole carne de calidad, clasificada de manera simple y práctica, a precios competitivos.*** Y entender finalmente, que si no hay un mercado consumidor saludable no hay industria que sobreviva.

Contenido

LA CALIDAD DE LA CARNE DE RES

I. Color



Los parámetros principales que se utilizan para medir la calidad de la carne de res son color, terneza, sabor, jugosidad y aroma.

El consumo de carne de res está determinado por todas aquellas características que la hacen apetecible y le otorga valor nutriacional al que la consume. Independientemente del valor nutricional, la demanda por la carne depende sobremanera del nivel de satisfacción que su ingestión produce en el consumidor. Esta satisfacción está íntimamente asociada al término amplio que llamamos *calidad de la carne*. Calidad es un término con significado complejo, definido como el conjunto de atributos que le imparten al producto las características que necesita para ser aceptado. *A mayor calidad, mayor es la aceptación por parte del consumidor.* Estas características que determinan o definen la calidad las podemos agrupar en color, aroma, sabor, terneza, jugosidad y apariencia general (firmeza del músculo, contenido de grasa, empaque, etc.).

Uno de los problemas principales que enfrenta la industria de carne de res es la excesiva variación que exhiben estos atributos en el producto final. *Esta falta de consistencia influye en el paladar y gusto del consumidor, y por lo tanto en la demanda por la carne.* A continuación se describen cada uno de estos atributos y su influencia en la aceptación de la carne por el consumidor.

Color

El color es uno de los primeros aspectos que el consumidor toma en consideración al momento de comprar carne de res como un indicador de frescura y calidad. La carne de color oscuro es asociada con carne de animales adultos o que ha permanecido varios días en el anaquel refrigerado. Sin embargo, la asociación del color con la frescura y calidad de la carne está afectada

(Continúa en la página 2)

por el manejo que se le da al animal previo a la matanza y al músculo durante el proceso de convertirlo en carne fresca. Como ejemplo, podemos mencionar que la carne de animales sacrificados bajo estrés es generalmente de color oscuro. En este caso el color no es indicativo de la edad del animal a la matanza ni del tiempo que lleva la carne a la venta.

El color de la carne de res está determinado principalmente por una proteína llamada *mioglobina* (pigmento del músculo). La *hemoglobina* (pigmento de la sangre) sólo influye el color de la carne si el sangrado durante la matanza es deficiente. Ambos pigmentos tienen una estructura química similar que se caracteriza por contener un átomo de hierro (Fe). La mioglobina tiene tres estados químicos que producen diferentes colores (Fig. 1). El color rojo -púrpura de la carne empacada al vacío resulta de la ausencia de oxígeno en la mioglobina formándose *deoximioglobina*. Cuando el oxígeno (O_2) está presente en cantidades adecuadas y la mioglobina se encuentra en su estado reducido (Fe^{2+}) ambos se asocian para formar *oximioglobina*, produciendo el color rojo brillante deseado por la industria. El color marrón o crema que provoca el rechazo del producto se debe a la oxidación de la mioglobina ($Fe^{2+} \xrightarrow{oxidación} Fe^{3+}$) convirtiéndose en *metamioglobina*. La forma oxidada del hierro (Fe^{3+}) en la metamioglobina no puede asociarse con O_2.

La exposición de la carne al oxígeno del medio ambiente ocasiona una reacción donde el pigmento *mioglobina* cambia a *oximioglobina* en la superficie del corte produciendo el color rojo brillante que el consumidor aprecia en la carne fresca. Pero según va aumentando el tiempo del corte en la nevera de demostración, el pigmento pierde la habilidad de mantener el color de la *oximioglobina* pasando a un color marrón a medida que se va formando *metamioglobina*, índice de carne que lleva muchos días en exposición. Sin embargo, un manejo de la carne que promueva oxidación de la *mioglobina* puede provocar la formación de *metamioglobina* en cuestión de minutos. La prevención de la formación de *metamioglobina* es de suma importancia para el mercadeo de la carne fresca. De aquí surgen las recomendaciones sobre el uso de vitamina E en animales de engorde ya que ésta por ser un agente antioxidante promueve la retención del color rojo brillante, retrasando el proceso de descoloración en los cortes de carne.

La raza del animal, sexo, edad, tipo y actividad del músculo pueden alterar los niveles de *mioglobina* y por ende el color de la carne fresca. Por ejemplo, los toros tienen mayor cantidad de *mioglobina* que las vacas, y los machos castrados tienen más que las hembras. Los animales que están pastoreando libremente presentan mayor cantidad de mioglobina muscular que los que están encerrados o limitados de espacio para moverse. El color rojo se intensifica según avanza el animal en edad debido a que aumenta la concentración de *mioglobina* en el músculo. Otro factor que influye el color de la carne es la nutrición. Una dieta baja en hierro afecta la disponibilidad de este mineral clave en la manifestación del color. Esto se aprecia en la carne de ternera (veal) que es de color rosado pálido debido a una alimentación carente de hierro. El contenido de grasa intramuscular también puede afectar el color de la carne, ya que niveles altos de grasa (ejemplo: carne "USDA Prime") producen un efecto de dilución del color, aclarándolo a los ojos del consumidor.

Como podemos ver son muchos los factores que afectan la intensidad en el color de la carne y por ende éste no siempre es un buen índice de su frescura y calidad general. Sin embargo, no es menos cierto que el consumidor prefiere carne de un color rojo brillante y discrimina contra el producto que no lo tiene. Por lo tanto, es importante para la industria establecer prácticas de manejo adecuadas durante las etapas de producción, procesamiento, elaboración y mercadeo para lograr las condiciones necesarias que permitan mercadear un producto final que sea del agrado del consumidor.

En el próximo número de la RES continuaremos con el tema...

Globina
$+O_2$
$-O_2$
$+O_2$
Oxidación
Reducción
OXIMIOGLOBINA
Globina
Globina
Oxidación
Reducción
DEOXIMIOGLOBINA
METAMIOGLOBINA
H_2O

Figura 1. Cambios en el estado químico de la mioglobina

LOS ALIMENTOS PARA GANADO

Nutrientes en la materia seca: I. Los carbohidratos

A. Información general

Los carbohidratos (CHO) representan la fuente principal de energía en los alimentos del ganado vacuno. Estos nutrientes se encuentran en la materia seca (MS) de los forrajes, alimentos concentrados y suplementos energéticos o proteicos (Res Informativa vol. 2 no. 2). Su estructura está formada por cadenas de átomos de carbono (C-C-C-C-C-C) que contienen hidrógeno y oxígeno. Estos se forman principalmente por el proceso de fotosíntesis por el cual las plantas tomando agua del suelo y bióxido de carbono (CO_2) de la atmósfera convierten la energía de la luz solar en energía química en forma de CHO. El consumo de alimento permite a los animales utilizar la energía química contenida en los CHO para el sostenimiento de la vida y la formación de productos (leche; carne; lana; etc.). Al conjunto de procesos químicos que en el animal son respon-sables del sostenimiento de la vida de les llama ***metabolismo*** y a la liberación de la energía contenida en los CHO se le llama ***oxidación***. Durante los procesos de ***oxidación*** el animal además de liberar energía regenera en su cuerpo agua y devuelve CO_2 a la atmósfera.



B. Clasificación

De acuerdo a su composición química los CHO se clasifican en ***azúcares y no azúcares*** dependiendo del largo, ramificación y complejidad de sus cadenas de átomos de carbono. Referimos al lector a la tabla 1 para que observe la clasificación y composición de diferentes CHO. En el grupo de los ***azúcares*** encontramos los que tienen desde tres a veinticuatro átomos de carbono. Entre éstos podemos mencionar la *glucosa, fructosa, sacarosa, lactosa, maltosa* y *rafinosa*. La *glucosa* se encuentra en las plantas, frutos, miel, sangre, linfa y líquido cerebro-espinal y la *fructosa* abunda en las plantas verdes y le dá el sabor dulce característico a la miel. La *sacarosa*, o azúcar de caña o remolacha, es el azúcar que usamos a diario, se encuentra en frutos y es el principal CHO en la savia de las plantas; la *lactosa* es el azúcar que endulza la leche y la *maltosa* es un CHO típico de la cebada que luego de germinar y secarse se le llama malta y se utiliza para la producción de cerveza. Por último, la *rafinosa* se encuentra en las plantas, semillas de algodón y se acumula en la melaza durante la preparación comercial del azucar de mesa (*sacarosa*).

El grupo de los ***no azúcares*** están formados por cadenas de CHO de gran tamaño del grupo de los azúcares y además pueden estar asociados a otros compuestos (Tabla 1). El *almidón* es la forma más común en que las plantas almacenan energía. Lo encontramos en los cereales (maíz, avena, sorgo, trigo), frutos, tubérculos y raíces. Los animales que ingieren grandes cantidades de alimentos concentrados consumen cantidades apreciables de almidón. La *celulosa* es el CHO más abundante en la naturaleza, representa el 20-40% de la materia seca de las plantas. La única forma pura de celulosa en la naturaleza es el algodón. La *pectina* tiene la función de actuar como un cemento fortaleciendo la estructura de la planta y la *hemicelulosa* es uno de los CHO de estructura más

Tabla 1. Clasificación de algunos carbohidratos

		Carbonos #	Ejemplos	Composición
Azúcares	Monosacáridos (C_3 a C_6)	C_4	Eritrosa	1 molécula de azúcar
		C_5	Xilosa, Ribosa, etc.	1 molécula de azúcar
		C_6	Glucosa, Galactosa, Fructosa, Manosa	1 molécula de azúcar
	Disacáridos (C_6-C_6)	C_{12}	Sacarosa	Glucosa+Fructosa
		C_{12}	Maltosa y Celobiosa	Glucosa+Glucosa
		C_{12}	Lactosa	Glucosa+Galactosa
	Trisacáridos (C_6-C_6-C_6)	C_{18}	Rafinosa	Glucosa+Fructosa +Galactosa
No Azúcares (Polisacáridos)	Simples		Almidón, Celulosa, etc.	Muchas moléculas de azúcares (Glucosa)
	Mixtos		Hemicelulosas, pectinas, gomas, etc.	Muchas moléculas de azúcares + otros compuestos